

EVM User's Guide: LM5169PEVM

LM5169PEVM 评估模块



说明

LM5169PEVM 是一款采用同步整流实现小尺寸、高转换效率的 115V 直流/直流降压稳压器。该 EVM 在 20V 至 115V 的宽输入电压范围内工作，能够在高达 0.650A 负载下以 500kHz 开关频率提供 12V 稳压输出。输出电压具有优于 1.5% 的设定精度，可使用外部电阻分压器进行调节。模块设计采用 LM5169PNGUR 同步降压转换器，支持宽输入电压范围、宽占空比范围、集成高侧和低侧功率 MOSFET、高级过流保护和精密使能。LM5169PNGUR 的额定工作结温范围为 -40°C 至 +125°C。

开始使用

1. 订购 [LM5169PEVM](#)。
2. 请仔细查看本用户指南。
3. 按照本用户指南中的详细说明设置 EVM。
4. 测试和测量性能。

特性

- 宽输入电压范围：20V 至 115V
- 固定 3ms 软启动
- COT 模式控制架构
- 峰值和谷值电流限制保护
- 用于轻负载效率的 PFM 模式
- WSON 封装，可实现小解决方案尺寸

应用

- 通信 - 砖型电源模块
- 工业电池包 (≥ 10 节)
- 电池包 - 电动自行车、电动踏板车、LEV
- 工厂自动化 - PLC
- 电机驱动器 - BLDC
- 电网基础设施 - 太阳能



LM5169PEVM

1 评估模块概述

1.1 引言

LM5169PEVM 经配置可在 500kHz 开关频率下提供 0.65A 的 12V 稳压输出。LM5169 采用 COT 控制架构，具有输入电压前馈，可提供具有严格稳压输出电压的恒频稳压器。此类控制需要在 FB 输入端产生足够的电压纹波来实现稳定的调节。LM5169PEVM 设置为采用 III 型纹波注入，以便更最大限度地减少输出电压纹波，同时确保有一个稳定的稳压器。LM5169PEVM 还提供采用 I 型或 II 型纹波注入的选项。有关更多信息，请参阅 [LM516x 具有 Fly-Buck™ 转换器功能的 0.65A/0.3A、120V 绝对最大值降压转换器](#) 数据表。图 2-1 和图 4-1 分别显示了 LM5169PEVM 的整体视图和原理图。虽然该电路板针对 LM5169PNGUR 进行了优化，但使用了一些元件焊盘，可使该电路板与 LM5017 兼容，以便在用 LM5169 替换器件时评估设计更改。

1.2 套件内容

表 1-1 列出了 EVM 套件的内容。如果缺少任何元件，请通过 (972) 644-5580 联系 TI 产品信息中心。

表 1-1. EVM 内容

| 条目 | 数量 |
|------------|----|
| LM5169PEVM | 1 |

1.3 规格

图 1-1 所示为 LM5169PEVM 的简化版原理图，EVM 规格如表 2-1 所列。

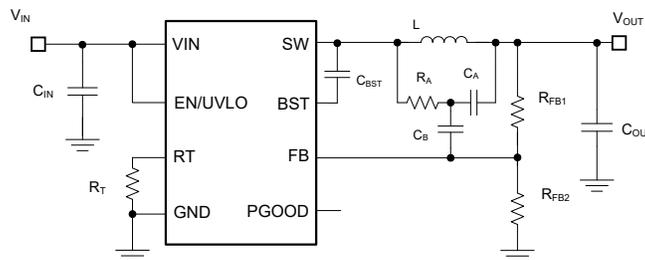


图 1-1. LM5169P 简化版降压原理图

1.4 器件信息

表 1-2. EVM 配置

| EVM | 转换器 IC | 封装 |
|------------|-------------|--|
| LM5169PEVM | LM5169PNGUR | 带有 PowerPAD™ 的 8 引脚 NGU 封装 (4.0mm × 4.0mm) |

1.5 通用 TI 高压评估用户安全指南



务必遵循 TI 的设置和应用说明，包括在建议的电气额定电压和功率限制范围内使用所有接口元件。务必采取电气安全防护措施，这有助于确保自身和周围人员的人身安全。如需更多信息，请联系 TI 的产品信息中心，网址为 <http://support.ti.com>。

保存所有警告和说明以供将来参考。

务必遵循警告和说明，否则可能引发电击和/或灼伤危险，进而造成财产损失或人员伤亡。

TI HV EVM 一词是指通常以开放式框架、敞开放式印刷电路板装配形式提供的电子器件。该器件严格用于开发实验室环境，仅供了解开发和应用高压电路相关电气安全风险且接受过专门培训、具有专业知识背景的合格专业用户使用。德州仪器 (TI) 严禁任何其他不合规的使用和/或应用。如果不满足合格要求，应立即停止进一步使用 HV EVM。

• 工作区安全：

- 保持工作区整洁有序。
- 每次电路通电时，合格观察员都必须在场监督。
- TI HV EVM 及接口电子元件通电区域必须设有有效的防护栏和标识；指示可能存在高压操作，以避免意外接触。
- 如果开发环境中使用的所有接口电路、电源、评估模块、仪器、仪表、示波器和其他相关装置超过 $50V_{RMS}/75VDC$ ，则必须将其置于紧急断电 (EPO) 保护电源板内。
- 使用稳定且不导电的工作台面。
- 使用充分绝缘的夹钳和导线来连接测量探针和仪器。尽量不要徒手进行测试。

• 电气安全：

作为一项预防措施，工程实践中通常需假定整个 EVM 可能存在用户可完全接触到的高电压。

- 执行任何电气测量或其他诊断测量之前，需切断 TI HV EVM 及其全部输入、输出和电气负载的电源。确认 TI HV EVM 已安全断电。
- 确认 EVM 断电后，根据所需的电路配置、接线、测量设备连接和其他应用需求执行进一步操作，同时仍假定 EVM 电路和测量仪器均带电。
- EVM 准备就绪后，根据需要将 EVM 通电。

警告

警告：EVM 通电后，请勿触摸 EVM 或电路，因为 EVM 或电路可能存在高压，会造成电击危险。

- **人身安全：**
 - 穿戴个人防护装备（例如乳胶手套和/或具有侧护板的安全眼镜）或将 EVM 放置于带有联锁装置的透明塑料箱，避免意外接触。
- **安全使用限制条件：**
 - 勿将 EVM 作为整体或部分生产单元使用。

安全性和预防措施

该 EVM 由交流电源或高压直流电源供电，专为经过相应技术培训的专业人员而设计。在使用此 EVM 之前，请阅读此用户指南和此 EVM 封装附带的与安全相关的文档。

小心



请勿在无人照看的情况下使该 EVM 通电。

警告



表面高温！接触会导致烫伤。请勿触摸！

警告



高压！将电路板连接到火线时可能会触电。电路板必须由专业人员小心处理。
为安全起见，强烈建议使用具有过压和过流保护功能的隔离式测试设备。

2 硬件

2.1 快速入门流程

1. 将输入电压电源连接到 VIN 连接器 (+ 和 -)。
2. 将负载连接到 VOUT 连接器 (+ 和 -)。
3. 将输入电源电压设置为 20V 至 115V 之间的适当电平。
4. 打开电源。EVM 上电并提供 $V_{OUT} = 12V$ 。

有关连接器的位置，请参阅图 2-1。

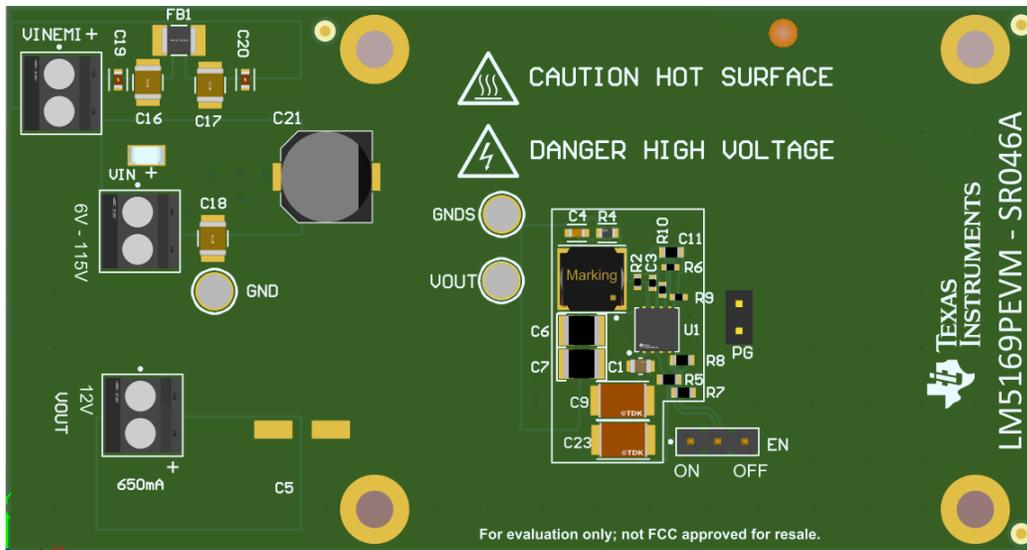


图 2-1. LM5169PEVM (顶视图)

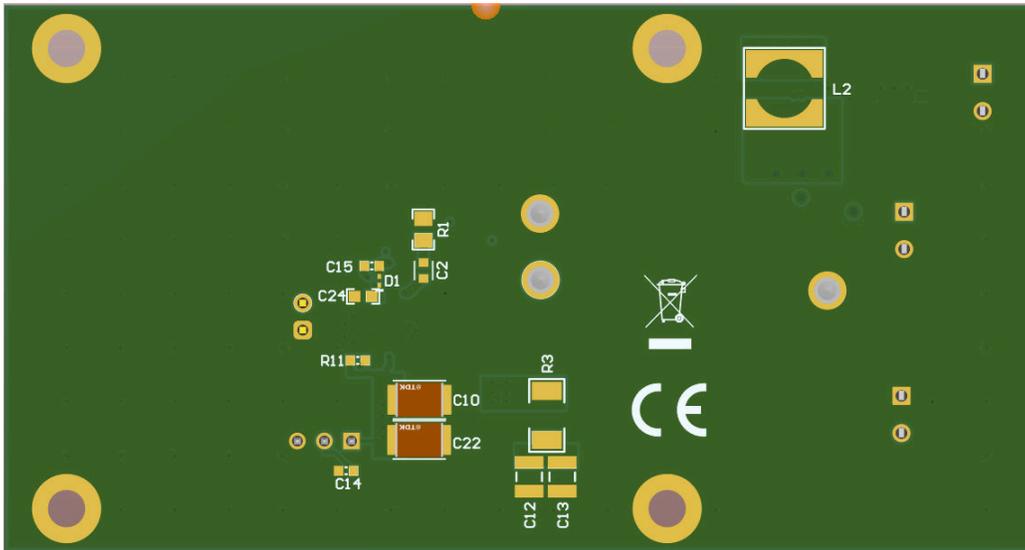


图 2-2. LM5169PEVM (底视图)

2.2 详细说明

本节对 EVM 上的连接器和测试点进行了说明，并介绍了如何正确地连接、设置和使用 LM5169PEVM。有关连接器和跳线的位置，请参阅图 2-3。

VOUT 转换器的输出电压

VOUT 螺钉端子连接器。向此连接器 (+ 和 -) 施加负载。VOUT 测试点用于监控输出电压。

GND 转换器接地

GND 和 GNDS 测试点。用作 EVM 的接地测试点。

VIN 转换器的输入电压

VIN 螺钉端子连接器。向此连接器 (+ 和 -) 施加输入电压。VIN 测试点用于监控输入电压。

VINEMI 转换器输入滤波器的输入电压

如果需要该电压以使用 EVM 上的内置 EMI 滤波器，请将输入电源连接到 VINEMI 螺钉端子连接器 (+ 和 -)。

输入滤波器 降低 EMI

EVM 上提供了输入 EMI 滤波器。注意 L2 未安装，必须安装它们，EMI 滤波器才能运行。另请注意，滤波器的最大输入电压为 $100V_{DC}$ 。

EN/UVLO 设置 EN、UVLO 引脚选项

跳线

使用此跳线启用/禁用 EVM。连接到此引脚的电阻器可设置输入 UVLO 阈值。输入 UVLO 阈值设置为大约 6V 和 5.6V。可以通过更改 R5 和 R7 的值来更改这些电平。为了对器件进行外部控制，必须移除这些电阻器，并向接头的中心引脚施加控制信号。请注意，为了准确测量关断电流，必须移除这些电阻器并将 EN 输入 (中心引脚) 接地。

1. 跳线开路 (默认设置)：器件在有 UVLO 的情况下启动和关断。
2. 中心引脚连接至 ON：器件在没有 UVLO 的情况下启动和关断。
3. 中心引脚连接至 OFF：器件关断。

PGOOD

PGOOD 接头用作测试点来监控电源正常状态指示器。该标志指示输出电压是否已达到调节电平。PGOOD 是一个开漏输出端，通过 $100k\Omega$ 电阻器 R10 连接到 VOUT。

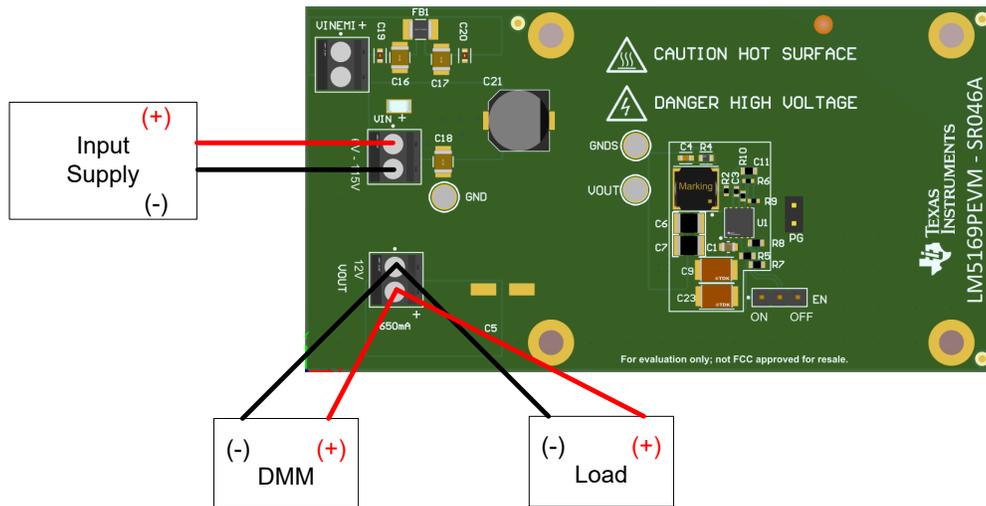


图 2-3. LM5169PEVM 测试设置

2.2.1 与 LM5017 的兼容性

与 LM5169 相比，LM5169PEVM 具有元件焊盘，可使器件与 LM5017 兼容以进行评估。为 LM5017 配置 EVM 需要进行以下更改：

- 移除 LM5169 PG 电阻器 R10

- 移除 LM5169 RT 电阻器 R8
- 安装 LM5017 RON 电阻器 R11
- 安装 LM5017 VCC 电容器 C24
- 安装 LM5017 VCC 二极管 D1

虽然进行上述更改后 EVM 可与 LM5017 兼容，但 PCB 设计针对 LM5169 进行了优化。请参阅 LM5017 数据表，了解相关的外部元件选型标准。

2.3 EVM 特性

除非另有说明，否则以下条件适用： $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{IN} = 24\text{V}$ 。

表 2-1. LM5169PEVM 电气性能特性

| 参数 | 测试条件 | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------------|---|---|-----|-----|-------|---------------|
| 输入特性 | | | | | | |
| 输入电压范围, V_{VIN} | EVM 输入电压工作范围 | | 20 | 48 | 115 | V |
| 输入电压导通, $V_{IN(ON)}$ | 由 EN/UVLO 电阻器调节 | | | | 6.0 | V |
| 输入电压关断, $V_{IN(OFF)}$ | | | | | 5.6 | V |
| 输入电压迟滞, $V_{IN(HYS)}$ | | | | | 0.4 | V |
| 空载时的输入电流, $I_{IN(NL)}$ | $I_{OUT} = 0\text{A}$, 无 EN 分频器 | $V_{IN} = 24\text{V}$ | | | 25 | μA |
| 输入电流 (禁用), $I_{IN(OFF)}$ | $V_{EN/UVLO} = 0\text{V}$, 无 EN 分压器 | $V_{IN} = 24\text{V}$ | | | 3 | μA |
| 输出特性 | | | | | | |
| 输出电压, V_{OUT} | $V_{IN} = 24\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{A}$ | | | | 12.13 | V |
| | $V_{IN} = 24\text{V}$, $I_{OUT} = 0.65\text{A}$ | | | | 12.26 | V |
| 输出电压调节, ΔV_{OUT} | 负载调整率, $V_{IN} = 24\text{V}$ | $I_{OUT} = 0\text{A}$ 至 0.05A | | | 80 | mV |
| 输出电压调节, ΔV_{OUT} | 负载调整率, $V_{IN} = 24\text{V}$ | $I_{OUT} = 0.05\text{A}$ 至 0.65A | | | 90 | |
| 输出电压调节, ΔV_{OUT} | 线性调整率, $I_{OUT} = 0\text{A}$ | $V_{IN} = 24\text{V}$ 至 115V | | | 2 | |
| 输出电压调节, ΔV_{OUT} | 线性调整率, $I_{OUT} = 0.65\text{A}$ | $V_{IN} = 24\text{V}$ 至 115V | | | 97 | |
| 最大输出电流 | $V_{IN} = 24\text{V}$ | | | | 0.74 | A |
| 软启动时间, t_{SS} | | | | | 3.5 | ms |
| 系统特性 | | | | | | |
| 开关频率 | $V_{IN} = 24\text{V}$, $I_{OUT1} = 0.65\text{A}$ | | | | 543 | kHz |
| 半负载效率 | $I_{OUT} = 0.3\text{A}$ | $V_{IN} = 24\text{V}$ | | | 92% | |
| 满负载效率 | $I_{OUT} = 0.65\text{A}$ | $V_{IN} = 24\text{V}$ | | | 89% | |
| | | $V_{IN} = 60\text{V}$ | | | 86% | |

3 实现结果

3.1 性能曲线

除非另有说明，否则以下条件适用： $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{IN} = 24\text{V}$ 。

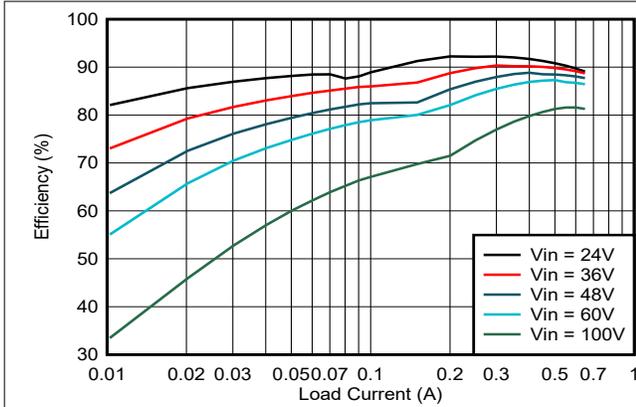


图 3-1. 效率

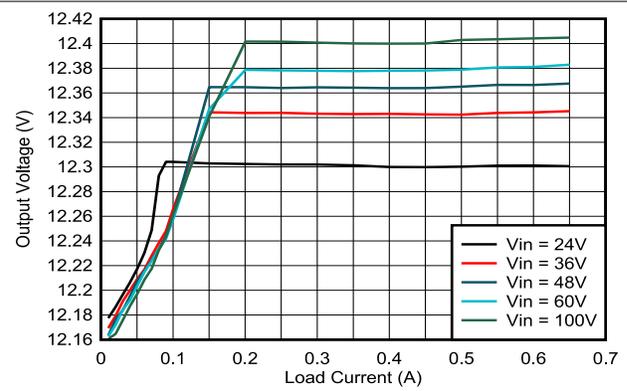


图 3-2. 输出电压调节

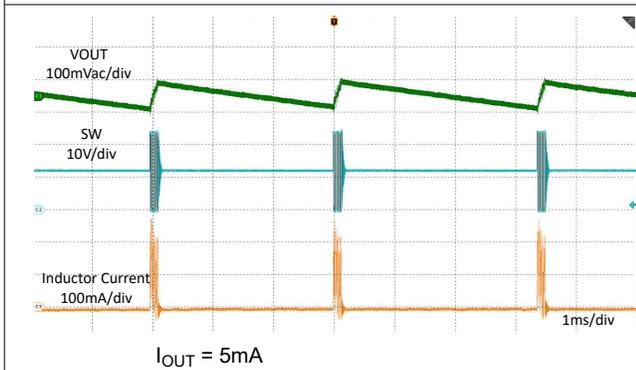


图 3-3. 典型开关波形

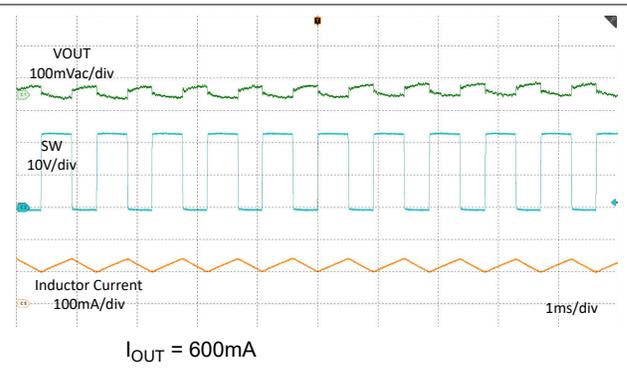


图 3-4. 典型开关波形

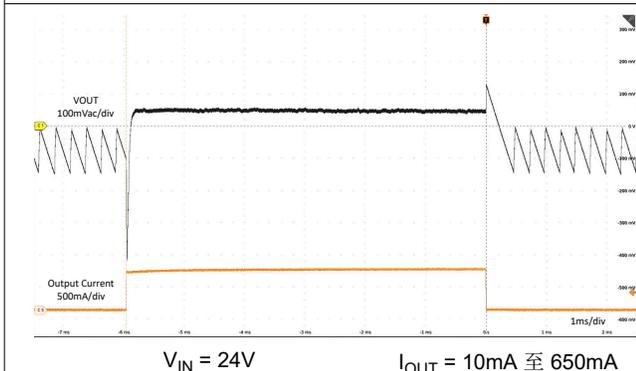


图 3-5. 负载瞬态

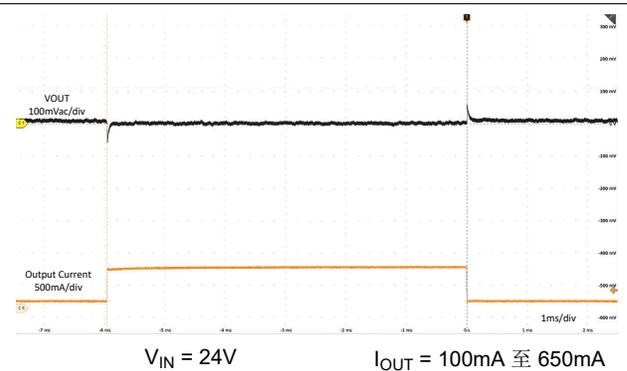


图 3-6. 负载瞬态

4 硬件设计文件

4.1 原理图

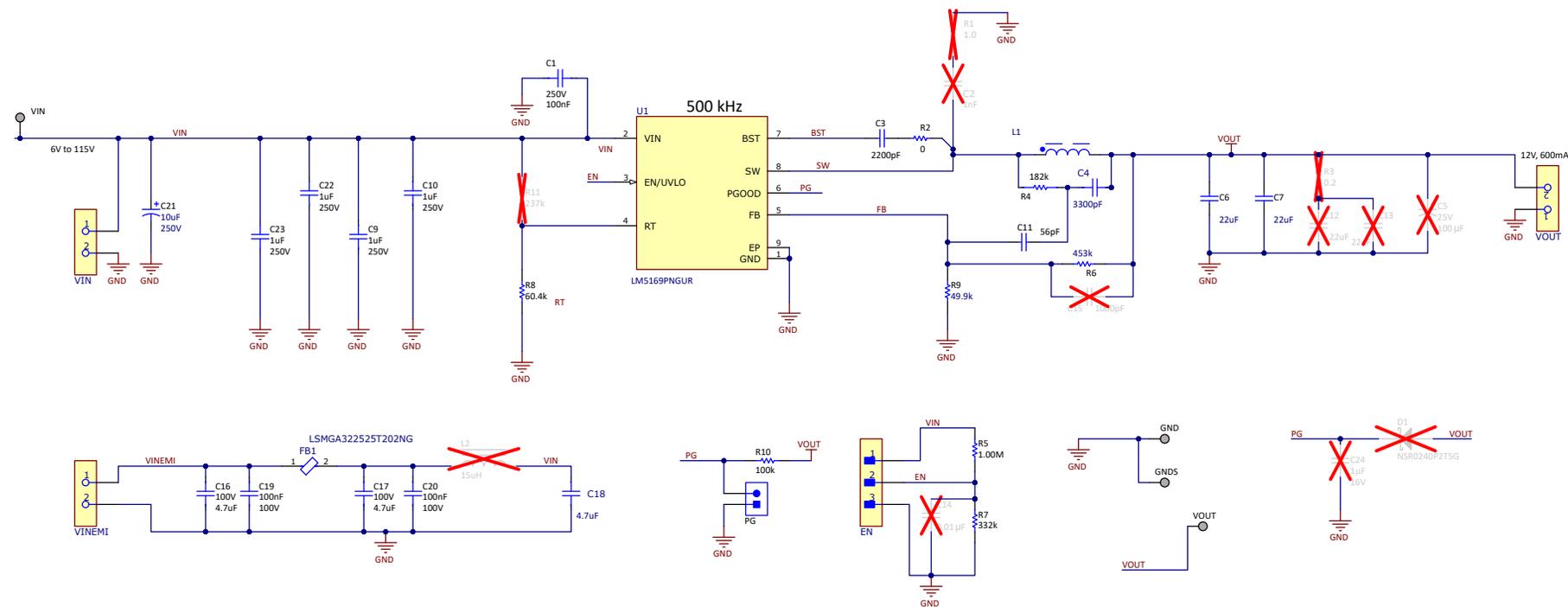


图 4-1. LM5169PEVM 原理图

4.2 PCB 布局

图 4-2 至图 4-5 展示了 LM5169PEVM 的电路板布局布线。

8 引脚 NGU PowerPAD 集成电路封装具有外露散热焊盘，这些焊盘必须焊接在 PCB 的铜层上，才能实现最佳热性能。PCB 采用 4 层式设计。顶部和底部有 2oz 的铜平面，还有 1oz 铜中层平面，用于通过散热焊盘下方连接至全部四层的一系列散热过孔进行散热。

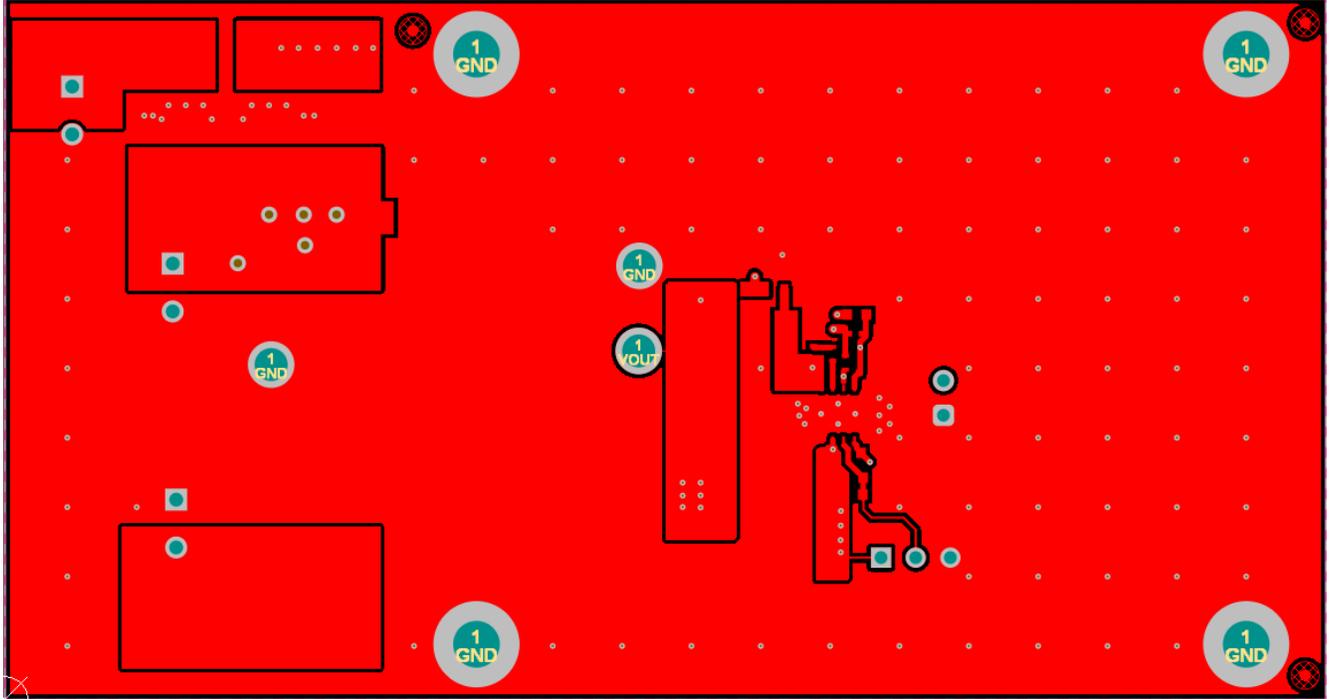


图 4-2. 顶层

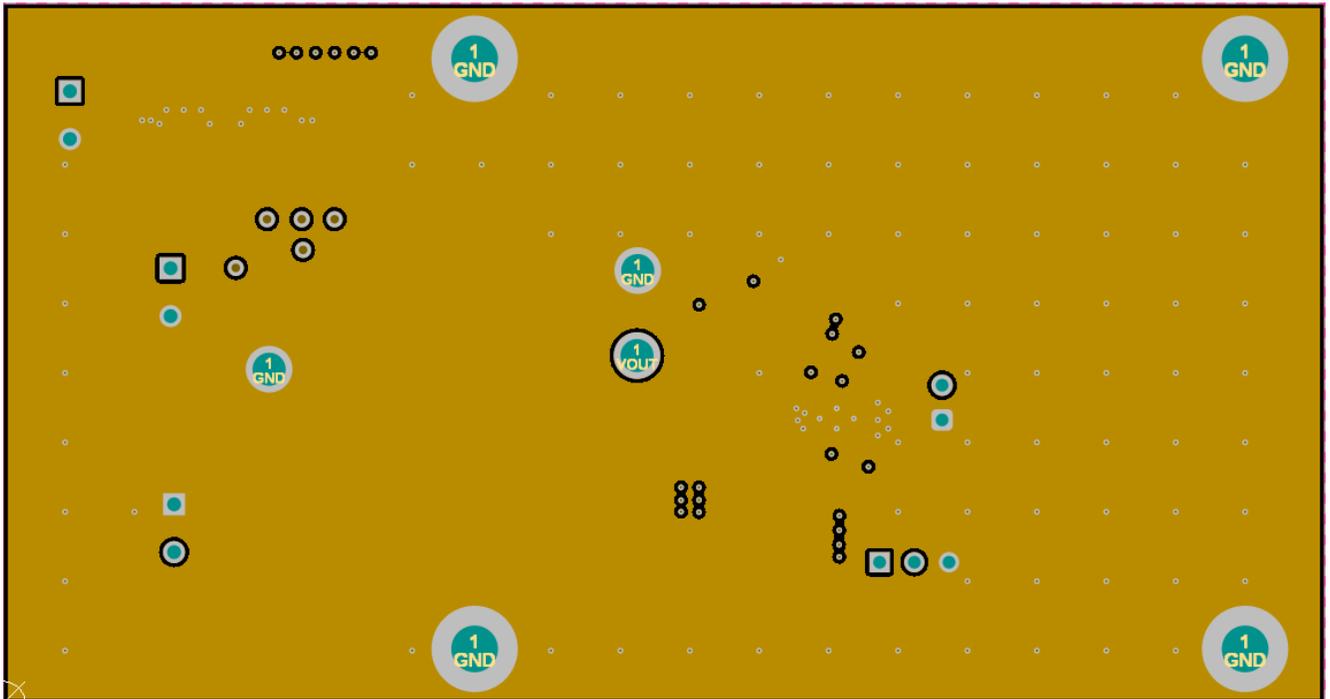


图 4-3. 中层 1 接地平面

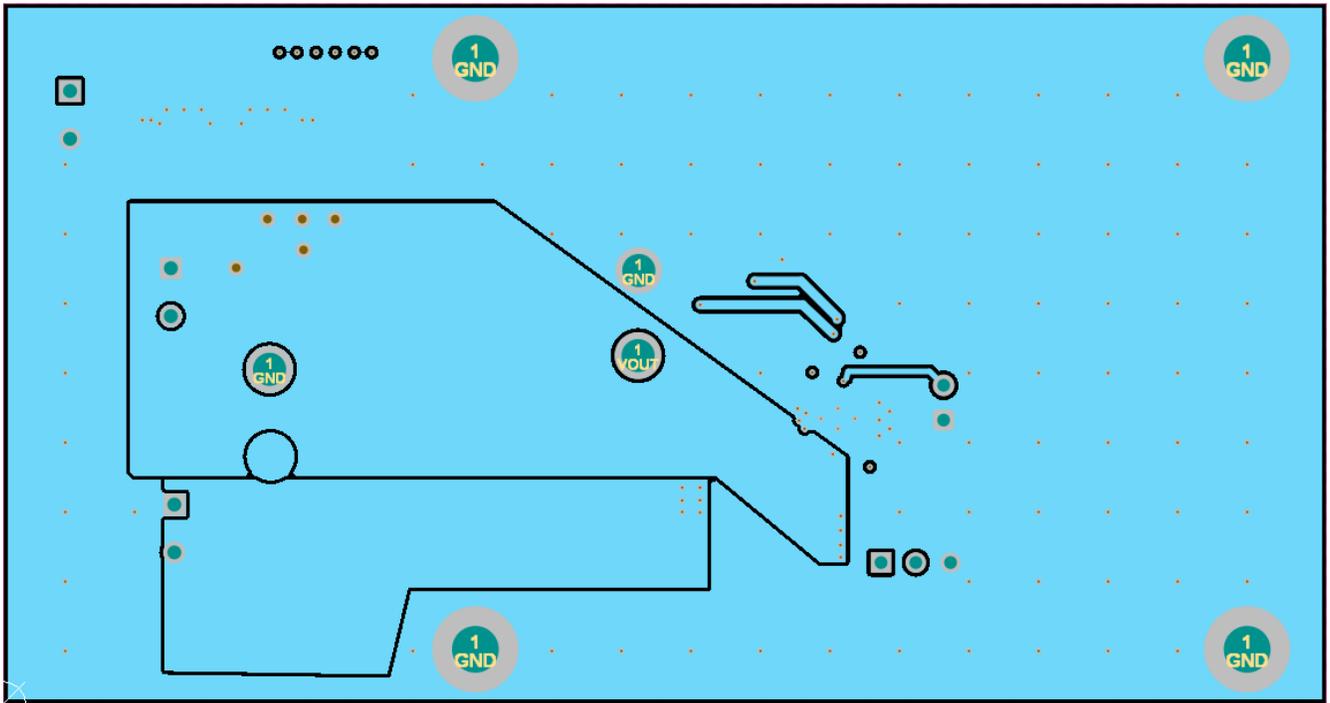


图 4-4. 中层 2 布线

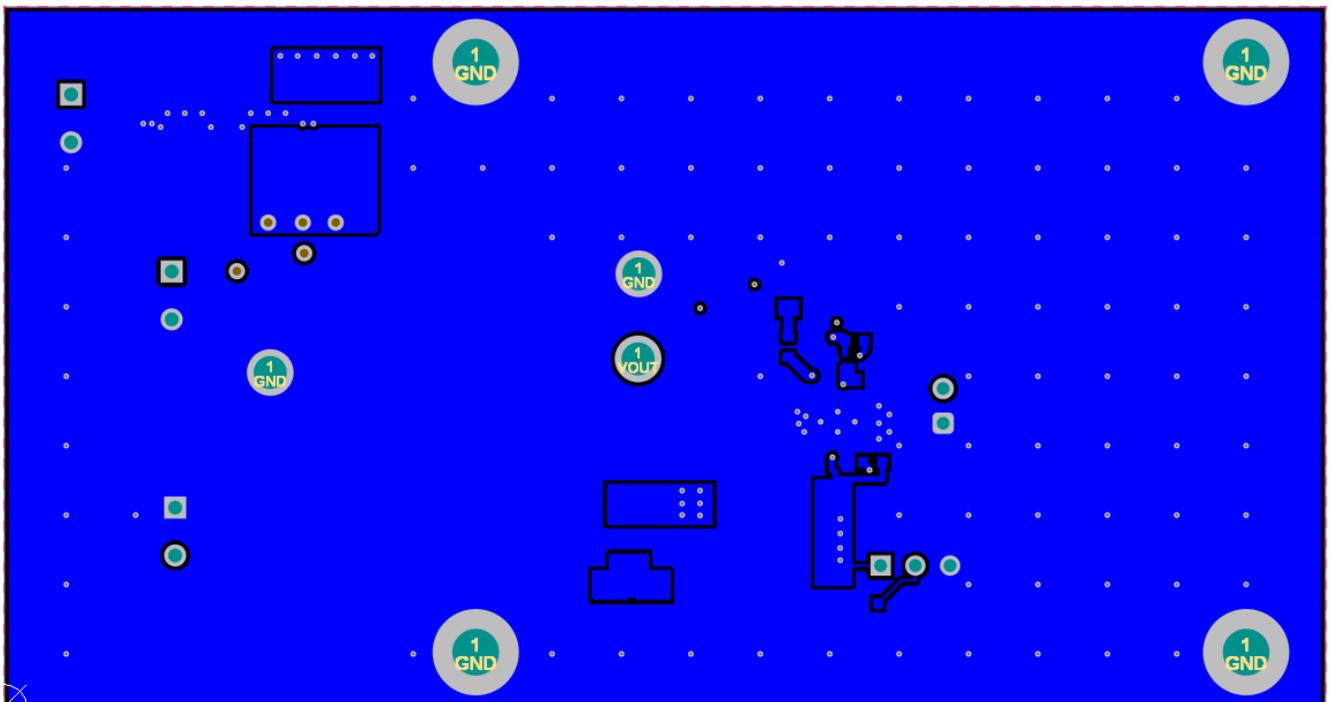


图 4-5. 底层

4.3 物料清单

表 4-1. LM5169PEVM 物料清单

| 位号 | 数量 | 说明 | 器件型号 | 制造商 |
|-----------------|----|--|----------------------|---------------------------|
| C1 | 1 | 0.1 μ F \pm 10% 250V 陶瓷电容器 X7T 0805 (公制 2012) | C2012X7T2E104K125AE | TDK Corporation |
| C3 | 1 | 电容, 陶瓷, 2200pF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402 | GCM155R71H222KA37D | MuRata |
| C4 | 1 | 3300pF \pm 5% 100V 陶瓷电容器 X7R 0603 (公制 1608) | 06031C332J4Z2A | AVX Corporation |
| C6, C7 | 2 | 电容, 陶瓷, 22 μ F, 25V, +/-10%, X5R, 1210 | CL32A226KAJNNNE | Samsung Electro-Mechanics |
| C9, C10、C22、C23 | 4 | 电容, 陶瓷, 1 μ F, 250V, X7T, 10%, 焊盘 SMD, 1812, +125°C, 汽车 T/R | CGA8P3X7T2E105K250KE | TDK |
| C11 | 1 | 电容, 陶瓷, 56pF, 50V, +/-5%, C0G/NPO, 0603 | C0603C560J5GACTU | Kemet |
| C16、C17、C18 | 3 | 4.7 μ F \pm 10% 100V 陶瓷电容器 X7R 1210 (公制 3225) | CNC6P1X7R2A475K250AE | TDK |
| C19, C20 | 2 | 电容, 陶瓷, 100nF, 100V, X7R, \pm 10%, 焊盘, SMD, 0603, +125°C, T/R | CL10B104KC8NNNC | Samsung |
| C21 | 1 | 电容器, 铝制, 10 μ F, 250V, +/-20%, SMD | ULR2E100MNL1GS | Nichicon |
| FB1 | 1 | 一个 2k Ω 、100MHz 的电源线铁氧体磁珠 1210 (3225 公制) 1.2A 130m Ω | LSMGA322525T202NG | Taiyo Yuden |
| J2、J3、J7 | 3 | | 1776112-2 | TE Connectivity |
| J4 | 1 | | 68001-203HLF | Amphenol ICC |
| J6 | 1 | 接头, 100mil, 2x1, 金, TH | TSW-102-07-G-S | Samtec |
| L1 | 1 | WE-LQS SMT 功率电感器, 尺寸 6045, 56 μ H, 1.3A, 0.22 Ω | 74404064560 | Würth Elektronik |
| R2 | 1 | 电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | CRCW04020000Z0ED | Vishay-Dale |
| R4 | 1 | 电阻, 厚膜, SMD, 182k Ω 1%, 1/10W, 0603, 100ppm/°C | RMCF0603FT182K | Stackpole |
| R5 | 1 | 电阻, 1.00M, 1%, 0.1W, 0603 | RC0603FR-071ML | Yageo |
| R6 | 1 | 电阻, 453k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | CRCW0402453KFKED | Vishay-Dale |
| R7 | 1 | 电阻, 332k, 1%, 0.1W, 0603 | RC0603FR-07332KL | Yageo |
| R8 | 1 | 电阻, 60.4k Ω , 1%, 0.1W, 0603 | RC0603FR-0760K4L | Yageo |
| R9 | 1 | 电阻, 49.9k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402 | ERJ-2RKF4992X | Panasonic |
| R10 | 1 | 电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0402 | ERJ-2RKF1003X | Panasonic |
| TP1 | 1 | 测试引线夹和挂钩, SMT | S1751-46 | Harwin |
| TP2、TP3、TP4 | 3 | 端子, 调整钮, TH, 三联 | 1598-2 | Keystone |
| U1 | 1 | 具有 Fly-Buck 转换器功能的 0.65A、120V 绝对最大值降压转换器 | LM5169PNGUR | 德州仪器 (TI) |
| C2 | 0 | 多层陶瓷电容器, 电容, 陶瓷, 0.001 μ F, 250V, X7R, 10%, 焊盘, SMD, 0603, 125° | CC0603KRX7RYBB102 | YAGEO |
| C5 | 0 | 电容器, 铝制, 100 μ F, 25V, +/-20%, SMD | UWT1E101MCL1GS | Nichicon |
| C12, C13 | 0 | 电容, 陶瓷, 22 μ F, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1210 | TMK325B7226KMHT | Taiyo Yuden |

表 4-1. LM5169PEVM 物料清单 (续)

| 位号 | 数量 | 说明 | 器件型号 | 制造商 |
|-----|----|---|----------------------|---------------------------|
| C14 | 0 | 电容, 陶瓷, 0.01 μ F, 100V, +/-10%, X8R, AEC-Q200 0 级, 0603 | CGA3E2X8R2A103K080AD | TDK |
| C15 | 0 | 电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-5%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603 | C0603C102J5RACAUTO | Kemet |
| C24 | 0 | 电容, 陶瓷, 1 μ F, 16V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603 | GCM188R71C105KA64J | MuRata |
| D1 | 0 | 二极管, 肖特基, 40V, 0.2A, SOD-923 | NSR0240P2T5G | ON Semiconductor |
| L2 | 0 | 电感器, 屏蔽鼓芯, 铁氧体, 15 μ H, 1.8A, 0.05 Ω , AEC-Q200 1 级, SMD | MSS7341T-153MLB | Coilcraft |
| R1 | 0 | 电阻, 1.0, 5%, 0.4W, AEC-Q200 0 级, 0805 | ESR10EZPJ1R0 | Rohm |
| R3 | 0 | 电阻, 0.2, 1%, 1W, 2010 | CSRN2010FKR200 | Stackpole Electronics Inc |
| R11 | 0 | 电阻, 60.4k Ω , 1%, 0.1W, 0603 | RC0603FR-0760K4L | Yageo |

5 其他信息

5.1 商标

PowerPAD™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司